

대한민국특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

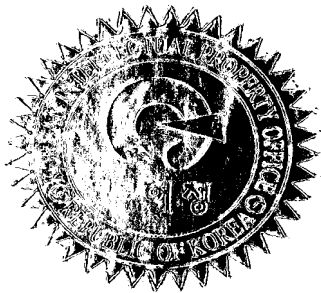
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0049179
Application Number

출원년월일 : 2002년 08월 20일
Date of Application AUG 20, 2002

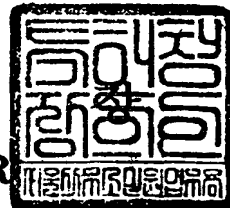
출원인 : 학교법인 포항공과대학교 외 1명
Applicant(s) POSTECH FOUNDATION, et al.



2003 07 22 일
 년 월

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	출원인 변경 신고서
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.04.23
【구명의인】	
【명칭】	주식회사 엔비텍
【출원인코드】	1-1999-054000-4
【사건과의 관계】	출원인
【신명의인】	
【명칭】	학교법인 포항공과대학교
【출원인코드】	2-1999-900096-8
【대리인】	
【성명】	이병현
【대리인코드】	9-1999-000297-5
【포괄위임등록번호】	2002-043898-7
【사건의 표시】	
【출원번호】	10-2002-0049179
【출원일자】	2002.08.20
【심사청구일자】	2003.01.10
【발명의 명칭】	버섯 군사체를 이용한 유가공 폐수의 처리방법
【변경원인】	일부양도
【취지】	특허법 제38조제4항·실용신안법 제20조·의장법 제24조 및 상표법 제12조 제1항의 규정에 의하여 위와 같이 신고합니다. 대리인 이병현 (인)
【수수료】	13,000 원
【첨부서류】	1. 양도증_1통 2. 위임장_2통 3. 인감증명서_1통

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.08.20
【발명의 명칭】	버섯 균사체를 이용한 유가공 폐수의 처리방법
【발명의 영문명칭】	Biotreatment for milk-processing wastewater using mushroom's mycelia
【출원인】	
【명칭】	주식회사 엔비텍
【출원인코드】	1-1999-054000-4
【대리인】	
【성명】	이병현
【대리인코드】	9-1999-000297-5
【포괄위임등록번호】	2002-043898-7
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이환영
【성명의 영문표기】	LEE, Hwan-Young
【주민등록번호】	770206-1559912
【우편번호】	503-311
【주소】	광주광역시 남구 주월1동 382-14번지
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	황석환
【성명의 영문표기】	HWANG, Seok-Hwan
【주민등록번호】	631225-1024831
【우편번호】	790-390
【주소】	경상북도 포항시 남구 지곡동 교수숙소 A동 403호
【국적】	KR
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대 리인 현 (인) 이병

【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 0 면 0 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 0 항 0 원

【합계】 29,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 버섯 균사체를 이용한 호기적 생물학적 폐수 처리 공정을 통해 유가공 폐수를 기존 공정과 유사한 처리율로 처리함과 동시에, 환경 폐기물인 슬러지의 생산이 없음으로 인해 전체 폐수 처리 공정에 있어 슬러지 처리와 관련한 후처리 공정들의 단순화를 가능하게 하여 환경 처리 비용을 극감시키며, 부수적으로 경제성이 있는 버섯 균사체의 생산이 가능한 유가공 폐수의 처리 방법에 관한 것으로, 전체적으로 자원 재활용 효과를 극대화한다.

【대표도】

도 7

【색인어】

유가공 폐수, 버섯 균사체, 생물학적 폐수 처리, 슬러지

【명세서】**【발명의 명칭】**

버섯 균사체를 이용한 유가공 폐수의 처리방법{Biotreatment for milk-processing wastewater using mushroom's mycelia}

【도면의 간단한 설명】

- 도 1는 유가공 폐수에 대한 영지 버섯의 균사 성장 속도이고,
- 도 2은 유가공 폐수에 대한 표고 버섯의 균사 성장 속도이며,
- 도 3는 유가공 폐수에 대한 느타리 버섯의 균사 성장 속도이고,
- 도 4은 유가공 폐수에 대한 상황 버섯의 균사 성장 속도이며,
- 도 5는 유가공 폐수에 대한 양송이 버섯의 균사 성장 속도이다.
- 도 6은 반응표면법에 의한 버섯 균사체 생산의 최적 조건을 나타내고,
- 도 7은 반응표면법에 의한 폐수 유기물 처리의 최적 조건을 나타낸다.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<8> 본 발명은 버섯 균사체를 이용한 호기적 생물학적 폐수 처리 공정을 통해 유가공 폐수를 기존 공정과 유사한 처리율(90% 이상)로 생물학적 처리함과 동시에 슬러지의 생산이 없음으로 인해 별도의 2차 처리 공정이 필요 없으면서 부수적으로 경제성이 있는 버섯 균사체를 생산하는 유용한 유가공 폐수의 처리 방법에 관한 것이다. 또한 본 발명에서는 공정 확대(scale-up)시 성공률을 높이기 위해 통계 수학적 최적화 기법인 반응표

면실험설계를 이용하여 최적의 유기물 제거 및 버섯 균사체 생산 조건을 산출하여 유가공 폐수의 처리와 버섯 균사체 생산에 적용하였다.

<9> 본 발명은 유가공 공정 중 배출되는 폐수(whey)에 대한 기존 호기적 생물학적 처리 공법의 단점이었던 2차적 환경처리 대상인 슬러지(sludge) 발생 대신에 식품, 사료 첨가제로 이용 가능하고, 항암, 면역력 회복 등에 탁월한 효과를 보이는 버섯 균사체의 대량 생산이 가능하다는 장점이 있다.

<10> 일반적으로 유가공 폐수는 전세계적으로 연간 평균 1억 3천만 톤 이상이 생산되어진다. 최근 10여년간 세계적으로 유가공 시설이 3% 씩 증가하고 있으므로, 이에 따라 유가공 폐수의 생산량 역시 증가하고 있는 실정이다.

<11> 유가공 폐수의 성분은 대략 원료인 우유의 성분과 유사하다. 수분 93%, 젖당(lactose) 4-5%(w/v), 단백질 0.8%(w/v), 젖산(lactic acid) 0.1-0.8%(w/v)으로 이루어져 있다. 이와 같은 유기 성분으로 화학적 산소 요구량(Chemical Oxygen Demand)이 6만-8만 mg/L 정도나 되는 고농도 유기성 물질이므로 환경적으로 처리되어야 할 대상이다. 100kg의 유가공 폐수는 평균 45명의 성인들이 하루에 방출하는 생활 하수와 오염 부하가 동일할 정도이다. 유가공 폐수는 생산량의 절반 정도만이 식품 첨가제, 사료, 발효 배지 등으로 재활용되고, 나머지는 처리되어야 할 폐수로 남는다. 세계 생산량의 50% 정도를 차지하는 미국에서는 2000년에 3.4×10^{10} MT(metric tones)을 생산하여 95년에 비해 19.2% 증가를 보였다. 한국의 경우, 387,297 MT로 246.6% 증가를 나타내었다.

<12> 현재 고농도 유기성 폐수인 유가공 폐수는 생물학적 처리를 통해 환경기준을

맞추어 하천 및 호수로 방출되고 있다. 기존의 호기적 생물학적 처리 공정은 유기물 제거 능력은 우수하나 2차적 처리 대상인 슬러지를 대량 배출한다는 점으로 인해 환경 처리 비용을 고비용화 한다. 본 공정은 환경 폐기물인 슬러지 배출 대신에 항암, 면역력 회복에 탁월한 효과를 보이고 있는 버섯 균사체를 생산하므로 전체적으로 환경 처리 비용의 절감에 기여한다. 즉 본 공법은 폐수 처리 효과, 자원 재활용 효과를 동시에 극대화시키는 방법이다.

<13> 버섯은 분류학상 담자균류 또는 자낭균류에 속하는 미생물로서 전세계적으로 15,000여종의 버섯이 자생하고 있다. 한국에서는 약 230여종의 식용 또는 약용 버섯이 보고되어 있는데, 표고, 느타리, 팽이, 영지, 양송이 및 동충하초, 송이, 상황 등이 대표적이다. 이러한 버섯들은 최근 바이오 기술이 빠르게 발달함에 따라 많은 버섯이 기능성 식품의 소재, 화장품 원료, 약품 개발 소재로서 주목을 받고 있다.

<14> 버섯류는 영양 기관인 균사체(Mycelium)와 번식 기관인 포자(孢子)를 지닌 자실체(Fruiting body, Table mushrooms)로 되어 있다. 균사체와 자실체는 공통적으로 항암, 항바이러스, 당뇨 저해, 혈전 저해 등의 약리 효과를 보이지만, 약리 효과를 유도하는 화학 성분은 일반적으로 균사체가 자실체에 비해 약 50~60배 정도가 더 많다. 생산 공정의 측면에서, 균사체 생산은 단기간, 적은 노동력으로 연중 대량 생산이 가능한 장점을 보인다. 그러므로, 기능성 식품, 화장품, 의약품의 산업 소재로 자실체보다는 균사체 이용이 활성화되어 있다.

<15> 버섯의 성분 중 면역 증강 작용을 나타내는 것은 다당체이다. 버섯 다당체는 일반적으로 β -1,3-글루칸(β -1,3-glucan)의 골격에 β -1,6의 가지 구조를 갖는 단일물질임에도 불구하고, 생체 기능에 다양한 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다. 일본의 경우

기능성 식품으로 표고 버섯 균사체 추출물이 이미 일반화되어 있으며, 또한 1992년 아가리쿠스 버섯(흰들 버섯) 자실체로부터 추출한 고분자 다당체가 암세포 증식 억제 뿐만 아니라 류머티스 관절염이나 만성 기관지염, 위염처럼 면역 기능 약화가 원인인 모든 질병에 효능이 있다고 알려지면서 그 활용 방안에 대한 연구가 큰 진전을 보이고 있고, 최근 기능성 식품으로 상품화되었다. 의약품의 경우, 면역 증강 효과에 의한 암 치료(보조)제로 사용되고 있으며 구름(운지)버섯 배양 균사체에서 추출한 단백 다당체 PSK(Polysaccharide-krestin)가 항암성 면역 증강제인 크레스틴(Krestin)산제로, 치마 버섯 균사체 배양의 배양 여액에서 추출한 세포 외 다당체 시조필란(Shizophyllan)이 항암성 면역 증강제인 렌티난(lentinan) 주사제로 판매되고 있다. 이 다당체는 균사체의 생체 성분으로서 균사체 생장에 비례하여 증가하는 특성을 가지고 있다.

<16> 본 발명에서 배양한 버섯 균사체들도 역시 다종의 암(cancer), 간염(hepatitis)에 탁월한 효능이 있다. 그리고 고혈압(hypertension), 관절염(arthritis), 기관지염(bronchitis) 등에도 효과를 보인다.

<17> 버섯 균사체 추출물에 대한 항종양 작용, 면역 조절 효과 및 임상 실험에 의한 안정성이 입증되어 각종의 산업적 응용 연구가 활발히 진행되고 있다.

<18> 따라서 본 발명은 유가공 폐수의 처리 비용을 줄이면서 버섯 균사체를 효율적으로 배양함으로써 환경 친화적 및 경제적이며, 앞으로의 응용 분야가 다양하다. 잉여 슬러지 발생량 감소에 따른 슬러지 처리 시설 축소 등에 의해 처리 비용 절감에 이바지하고, 균사체 생산을 통해 새로운 경제적 이익 창출에 기여한다.

<19> 본 발명에서는 유가공 폐수 처리에 대한 우수한 버섯 균사체를 탐색(screening)하고, 가장 적응능이 좋은 균사체에 대해 통계 수학적 최적화 기법인 반응표면실험설계를

이용하여 최적의 유가공 폐수 처리율 및 버섯 균사체 생산량을 극대화시키는 운전 조건을 산출하여 본 발명에 적용하였다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<20> 이에 본 발명의 목적은 버섯 균사체를 이용하여 유가공 폐수를 기존 공정과 유사한 처리율로 생물학적 처리함과 동시에, 환경 폐기물인 슬러지 배출 대신에 식품, 사료 첨가제로 이용 가능하고 항암, 면역력 회복 등에 탁월한 효과를 보이는 버섯 균사체를 대량 생산함으로써 전체적으로 환경 처리 비용을 절감하고 자원 재활용 효과를 극대화하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<21> 본 발명은 버섯 균사체를 이용하여 유가공 폐수를 90% 이상의 처리율로 생물학적 처리함과 동시에 환경 폐기물인 슬러지 배출 대신에 유용한 버섯 균사체를 생산하는 방법에 관한 것이다.

<22> 본 발명에서는 폐수 처리 효과, 자원 재활용 효과를 극대화시키기 위하여 5종의 버섯 균사체에 대한 탐색(screening) 과정을 행하여 적응능이 우수한 균사체를 선택하였고, 선택된 균사체를 이용하여 처리 공정에 대한 운전 조건의 최적화를 위해 다중회귀분석을 실시하고 모델식을 설정하여 반응표면분석을 이용한 등고분석과 3차원 분석을 수행하여 그 유의성을 조사하고 최적의 유기물 제거 및 버섯 균사체 배양 조건을 찾아내었다.

<23> 이하, 본 발명의 구체적인 방법을 실시예를 들어 상세히 설명하고자 하지만, 본 발명의 권리 범위가 이들 실시예에만 한정되는 것은 아니다.

<24> [실시예]

<25> 단계 1: 사용 균주 및 보관

<26> 상기 단계에서 사용한 버섯 균사체들은 KCTC(유전자 은행)와 ATCC(American Type Culture Collection)에서 구입하였으며, 보관은 PDA(potato dextrose agar) 사면 배지에 3개월 간격으로 계대배양을 하면서 냉장보관 하였다.

<27> 【표 1】

사용 균주

Species	
<i>Ganoderma lucidum</i> (영지 버섯)	KCTC 6283
<i>Lentinus edodes</i> (표고 버섯)	KCTC 6735
<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리 버섯)	KCTC 16812
<i>Phellinus linteus</i> (상황 버섯)	KCTC 6719
<i>Agaricus bisporus</i> (양송이 버섯)	ATCC 9672

<28> 단계 2: 유가공 폐수의 전처리(pretreatment)

<29> 유가공 폐수 원액에 1N HCl를 첨가하여 카제인(casein)의 등전점인 pH 4.6으로 맞추어 단백질의 침전을 일으킨 다음 원심분리(8,000rpm, 15분)를 통해 침전된 단백질을 분리하고, 상등액은 버섯 균사체에 의한 처리 과정을 위해 저온 살균을 행하는 저장조에 보관하였다. 이때 분리된 단백질은 분무 건조(spray drying)시켜 바로 상품으로 판매 가능하다.

<30> 단계 3: 적응능이 우수한 균사체 선별

<31> 유가공 폐수 원액에 대해 희석비율을 달리하여 최적의 성장 농도를 탐색함과 동시에 기존 상용 배지들과의 균사 성장 속도(hyphal extension rate)의 관찰을 통해 버섯

균사체의 성장 속도를 비교하였다. 도 1 내지 5는 유가공 폐수의 농도에 따른 버섯 균사체의 성장 속도로서 차례대로 영지, 표고, 느타리, 상황, 양송이 버섯 균사체에 해당한다. 모든 결과를 종합하여 볼 때, 영지 균사체가 가장 우수한 적응력을 보이는 것으로 평가되었다.

<32> 【표 2】

상용 배지에서의 균사 성장 속도

	<i>Tr. holmii</i>	<i>H. substrictus</i>	<i>P. ostreatus</i>	<i>P. chrysosporium</i>	<i>L. hesperidius</i>
Glucose-peptone yeast (GPY)	0.363 (0.006)	0.121 (0.004)	0.156 (0.004)	0.070 (0.001)	0.127 (0.007)
Yeast malt (YM)	0.302 (0.006)	0.160 (0.004)	0.164 (0.004)	0.082 (0.001)	0.137 (0.010)
Czapekdox (CD)	0.180 (0.010)	0.129 (0.003)	0.077 (0.003)	0.088 (0.001)	0.066 (0.004)
Glucose ammonium chloride (GAC)	0.160 (0.005)	0.123 (0.003)	0.066 (0.002)	0.048 (0.001)	0.032 (0.001)
Malt (M)	0.352 (0.005)	0.083 (0.006)	0.110 (0.003)	0.077 (0.001)	0.072 (0.005)
Potato dextrose agar (PDA)	0.366 (0.005)	0.188 (0.003)	0.166 (0.003)	0.085 (0.001)	0.210 (0.009)

<33> 단계 4: 접종원 배양

<34> PDA(potato dextrose agar)에서 4일간 배양된 agar plate 상, 활성이 가장 좋은 부분(active growth zone)에서 5개의 균사체 원형 조각(mycelial disc, diameter=5mm)을 절단하여 PDB(potato dextrose broth) 액체 배지가 포함된 삼각 플라스크(flask)에 접종

하였다. 그 후 미생물 활성이 좋은 지수기 상태 (exponential phase)의 종균을 얻기 위해 120rpm으로 교반을 하면서 8일 동안 진탕 배양 하였다.

<35> 단계 5: 폐수 처리 및 군사체 생산 극대화를 위한 최적화

<36> (1) 접종원 투입 단계: 상기 접종액을 유가공 폐수에 접종하여 군사체 생산을 최적화하는 단계

<37> 접종원으로 사용할 1차 종균의 배양은 100mL PDB(Potato Dextrose Broth)를 넣은 250mL 삼각 플라스크에 접종하여 25℃의 진탕 배양기(shaking incubator)에서 120rpm으로 교반하면서 8일간 배양하였다. 8일간의 1차 종배양 후 군사체(dry weight: $1,757 \pm 132\text{mg/L}$)를 10초간 균질화시킨 다음 4L 유가공 폐수가 있는 7L 반응기(bioreactor)에 접종하였다.

<38> (2) 반응조 운전:

<39> 본 발명에 사용된 반응조는 7L 용량의 상부형 발효기(model Bio-G, made by Biotron Inc., Korea)로 자동 온도 조절기, 교반 속도 조절기, 용존 산소 농도 센서, pH 센서를 부착하고 있으며 자동으로 제어된다. 산소의 공급은 공기 압축기를 이용하여 여과 필터를 거쳐 발효기 안으로 투입되게 하였으며, 유량은 1vol/vol/min 으로 고정하였다.

<40> (3) 샘플링 및 분석:

<41> 균체 농도의 분석은 채취한 시료를 6,000rpm으로 30분간 원심분리하여 군사체를 분리한 후, 건조 중량을 측정하였다.

- <42> 배양액 중의 잔류 락토오스(lactose)의 농도 분석은 일정 시간마다 채취한 시료의 원심분리 후 상등액을 대상으로 굴절을 검출기를 통한 HPLC로 분석하였다. 이동상은 아세토니트릴(acetonitrile)과 물(H₂O)을 83 : 17의 비율로 혼합한 것을 이용하였으며, 컬럼은 Supelcosil LC-NH₂ 크로마토그래피 컬럼(5um, 250mm X4.6mm i.d.)을 사용하였다. 이동상 속도는 1.5ml/min 이었으며, 모두 실온에서 진행되었다.
- <43> 폐수 내 유기물의 농도는 표준법(Standard method: American Public Health Association)에 있는 화학적 산소 요구량(COD, Chemical Oxygen Demand) 크롬-흡광측정법을 이용하여 측정하였고, 폐수 내 이온의 측정은 이온크로마토그래피를 이용하여 측정하였으며, 총 인(Total phosphorus)과 총 질소(Total nitrogen)는 각각 수질 공정 시험법의 아스코르빈산 환원법, 환원 증류-킬달법을 통해 측정하였다.
- <44> 본 발명에 따른 생물학적 처리 전 유가공 폐수의 성분을 분석하여 표 3에 나타내었다.

<45> 【표 3】

처리 전 유가공 폐수의 성분 분석

(단위: mg/L)

성분	농도	성분	농도
Total COD	56,167 ± 298	Na ⁺	327 ± 4
Soluble COD	52,993 ± 534	NH ₄ ⁺	250 ± 4
탄수화물	43,955 ± 206	K ⁺	1,118 ± 10
Lactose	40,000 ± 340	Ca ²⁺	275 ± 2
Total Organic Carbon	16,712 ± 664	Mg ²⁺	60 ± 0.6
총 질소	595 ± 18	Cl ⁻	1,300 ± 42
총 인	740 ± 20	NO ₂ ²⁻	9 ± 2
아세트산	427 ± 90	NO ₃ ²⁻	30 ± 5
부틸산(butylic acid)	18 ± 0.3	PO ₄ ²⁻	638 ± 5
		SO ₄ ²⁻	62 ± 1

<46> (4) 최적화: 반응표면법(RSM)을 이용한 영지 균사체 생산과 유가공 폐수 처리의 최적화

<47> 영지 균사체 생장에 있어 가장 큰 영향을 미치는 온도와 pH에 대해 표 4와 같은 중심합성실험설계(CCD: Central Composite Design)를 한 후, 2차 모델 (Second-order model, 식 1, 식 2)을 통해 분석하여 균사체 생산에 있어서의 최적점을 찾아내었다. 그 결과 온도는 28.3℃, pH는 4.2인 조건에서 최적의 생산을 보였다. 최적점에서의 확인 실험

험을 통해 군사체 생산량은 건조 중량으로 21g/L 이었고, 이때의 유기물 처리율은 93%를 나타내었다.

<48> 본 발명의 도 6에서와 같이, pH는 3.8~4.6이고 온도는 25~32℃에서 생산된 영지 군사체의 농도가 18g/L 이상으로, 국내 학위 논문에 보고된 16.81g/L와 비교하여 약 1.07배 높은 수율을 보인다.

<49> 도 7에서 보듯이 유가공 폐수의 처리율 또한 상기 pH와 온도에서 가장 최적임을 알 수 있다.

<50>
$$Y_{MMDW2} = -88,999 + 31,996x_1 + 2,689x_2 - 49x_1x_2 - 3,600x_1^2 + 44x_2^2 \text{ (식 1)}$$

$$Y_{RP2} = -165.5 + 79.6x_1 + 6.3x_2 - 0.04x_1x_2 - 9.1x_1^2 - 0.1x_2^2 \text{ (식 2)}$$

<51> 【표 4】

실험 조건과 중심합성설계의 결과

Trials	Actual variables		Coded variables		Response	
	pH	Temperature (°C)	pH	Temperature (°C)	MMDW (mg/L)	RP (%)
1	3.5	25	-1	-1	14,269	87.26
2	4.5	25	+1	-1	16,520	92.36
3	3.5	35	-1	+1	13,365	80.65
4	4.5	35	+1	+1	15,123	85.36
5*	4.0	30	0	0	16,945(475)	91.60(1.48)
6	4.0	37.1	0	$+\sqrt{2}$	13,985	84.05
7	4.0	22.9	0	$-\sqrt{2}$	15,789	88.25
8	4.7	30.0	$+\sqrt{2}$	0	16,324	91.26
9	3.3	30.0	0	$-\sqrt{2}$	14,320	83.26

<52> *5회 반복 실험한 결과의 평균값(표준 편차)

<53> MMDW: Maximum Mycelial Dry Weight

<54> RP: Removal Percentage of Whey COD

<55> [실험예] 생산된 영지 균사체 추출물의 성분 분석

<56> 균사체에 균사체 부피와 동량의 물을 첨가해 100℃에서 3시간 동안 둔 다음 추출한 후 원심분리를 행하여 상등액을 취하였다. 상등액 부피의 4배에 해당하는 에탄올을 첨가하여 24시간 동안 4℃ 냉장고에 보관하여 균사체 생리 활성 물질을 침전시킨 후 침전

물을 55℃에서 건조하였다. 이 과정을 통해 1,820mg/L의 균사체 추출물을 얻어내었고, 당, 단백질, 미네랄 등에 대해 분석하여 표 5에 나타내었다.

<57> 【표 5】

영지 균사체 추출물의 성분 분석

측정 항목	농도(mg/L)	표준 편차	비율(%)
Polysaccharide	1,120	13	62
Protein	32	3	2
Cu	0.15	0.03	0.01
Fe	0.77	0.14	0.04
K	24.93	3.79	1.37
Mg	11.19	0.21	0.61
Na	10.46	1.03	0.57
Zn	0.86	0.05	0.05
Al	0.52	0.10	0.03
P	40.22	1.04	2.21
Ca	1.82	0.11	0.10

<58> 본 발명에 따른 최적화된 조건에서의 생물학적 처리 후 유가공 폐수의 잔류 락토오스(lactose), 폐수 내 유기물의 농도, 총 질소, 총 인의 농도를 측정하고 대상 처리율을 산출하여 표 6에 나타내었다.

<59> 【표 6】

처리 후 유가공 폐수의 성분 분석 및 대상 처리율

구 분	처리 전(mg/L)	처리 후(mg/L)	대상 처리율(%)
Soluble COD	52,993	3,000	93
Lactose	40,000	1,000	97
총 질소	595	200	66
총 인	740	350	53

<60> 상기 표 6에서 보듯이, 본 발명의 버섯 균사체를 이용한 생물학적 폐수 처리 공정은 슬러지의 생산이 없음으로 인해 별도의 2차 처리 공정(혐기성 혹은 호기성)을 거치지 않았음에도 우수한 처리율로 유가공 폐수를 처리할 수 있음을 확인할 수 있었다. 처리된 최종 폐수인 균사체 배양액 전체는 분무 건조 후 바로 사료 첨가제용 균사체 배양물 등으로 판매 가능하며, 필요에 따라 고도의 처리 공정을 수행함에 있어서도 중간 처리 공정없이 가능하다.

【발명의 효과】

<61> 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 따르면 유가공 폐수를 기존 공정과 유사한 유기물 처리율로 처리함에 따라 기존 호기적 생물학적 처리 공정과 대체 가능함과 동시에, 환경 폐기물인 슬러지의 생산이 없음으로 인해 전체 폐수 처리 공정에 있어 슬러지 처리와 관련한 후처리 공정들의 단순화를 가능하게 하여 환경처리 비용을 극감시킬 것으로 판단되며, 부수적으로 경제성이 있는 버섯 균사체의 생산이 가능하다.

<62> 또한 통계 수학적 실험 설계인 반응표면법을 이용한 공정 최적화를 통해 균사체 생산량 증가와 배양기간을 단축시킬 수 있는 효과가 있으며, 특히 영지 균사체를 이용한

항암성 단백 다당체의 대량 생산에 있어서 경제성을 확보하는 뛰어난 효과가 있으므로,
생물 및 의약산업상 매우 유용한 발명이다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

유가공 폐수 원액으로부터 단백질을 분리하고 난 유가공 폐수를 pH가 3.8~4.6 이고 온도가 25~32℃ 인 반응조에서 버섯 균사체를 이용하여 처리하는 것을 특징으로 하는 유가공 폐수의 처리방법.

【청구항 2】

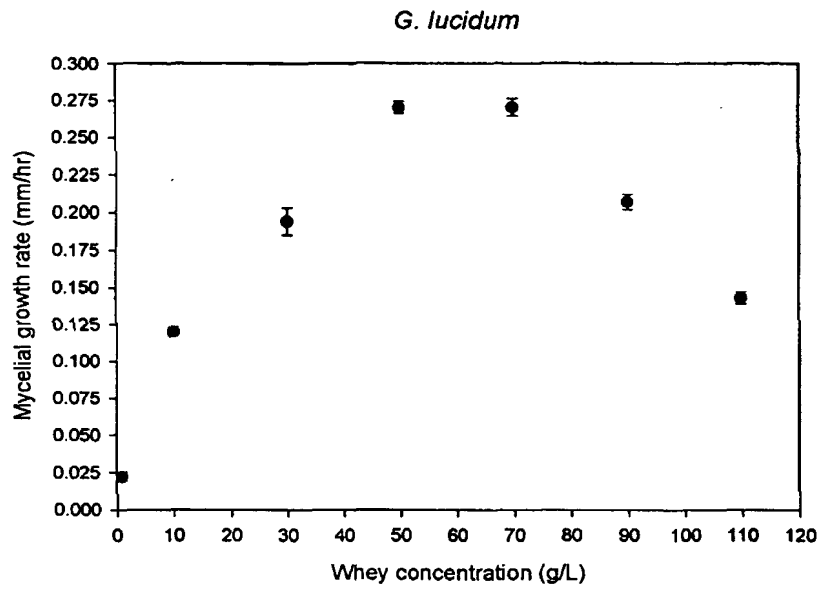
제 1 항에 있어서, 반응조의 pH는 4.2 이고 온도는 28.3℃ 인 것을 특징으로 하는 유가공 폐수의 처리방법.

【청구항 3】

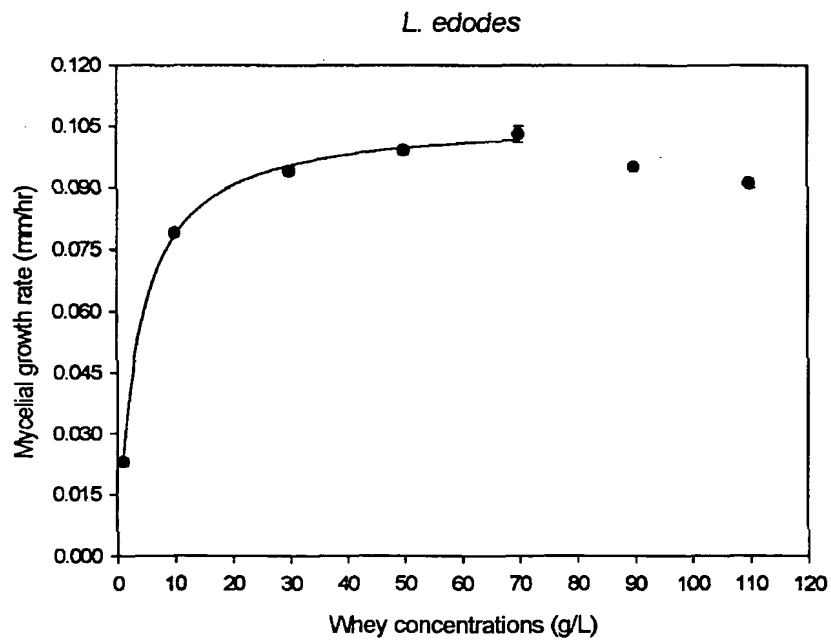
제 1 항에 있어서, 버섯 균사체가 영지 버섯, 표고 버섯, 느타리 버섯, 상황 버섯, 양송이 버섯 중에서 선택되는 것임을 특징으로 하는 유가공 폐수의 처리방법.

【도면】

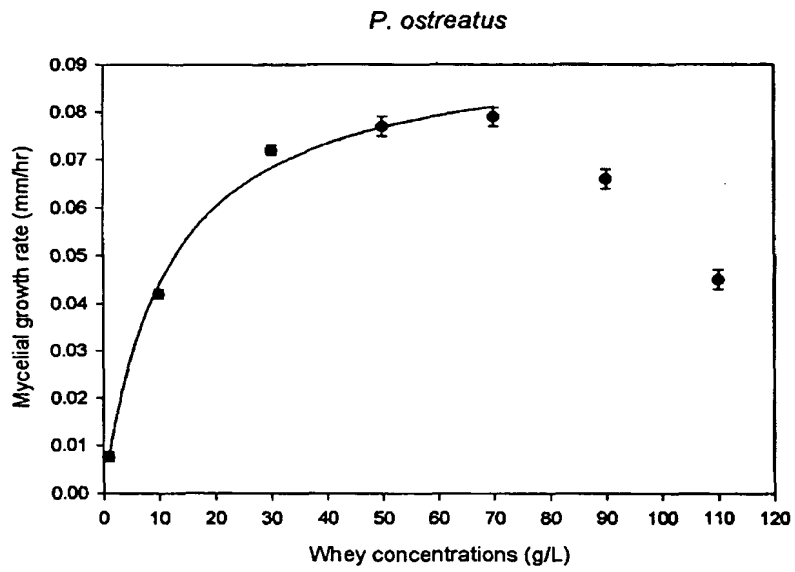
【도 1】



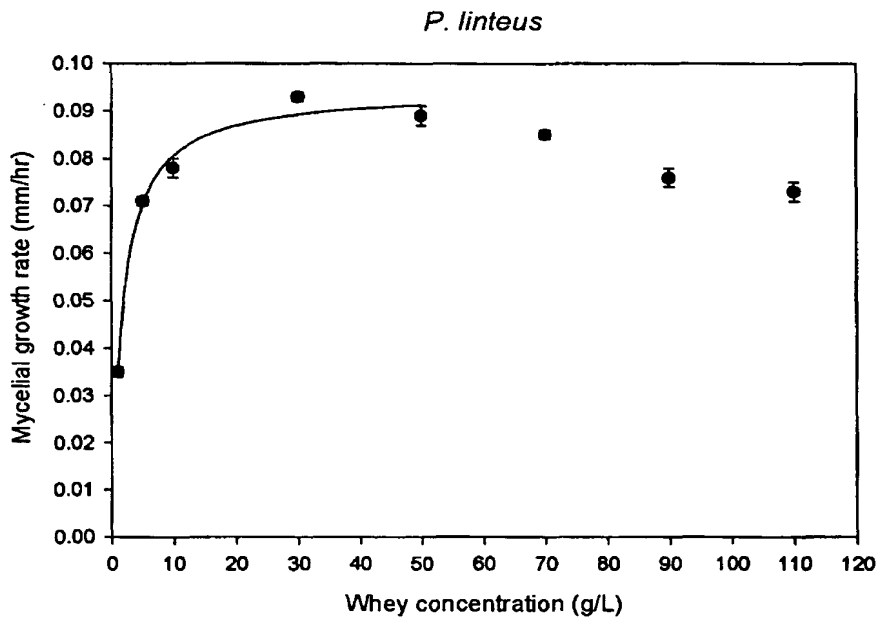
【도 2】



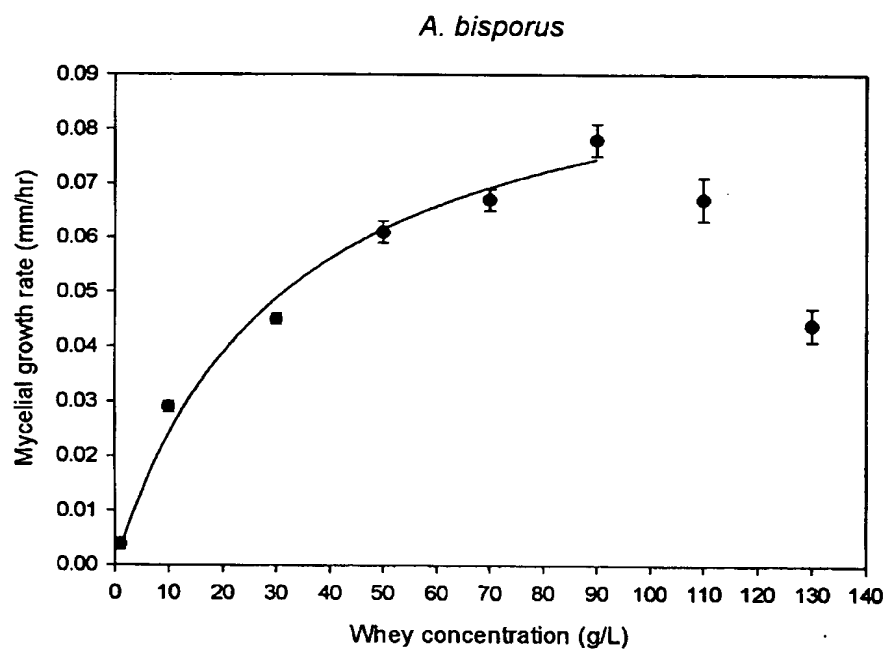
【도 3】



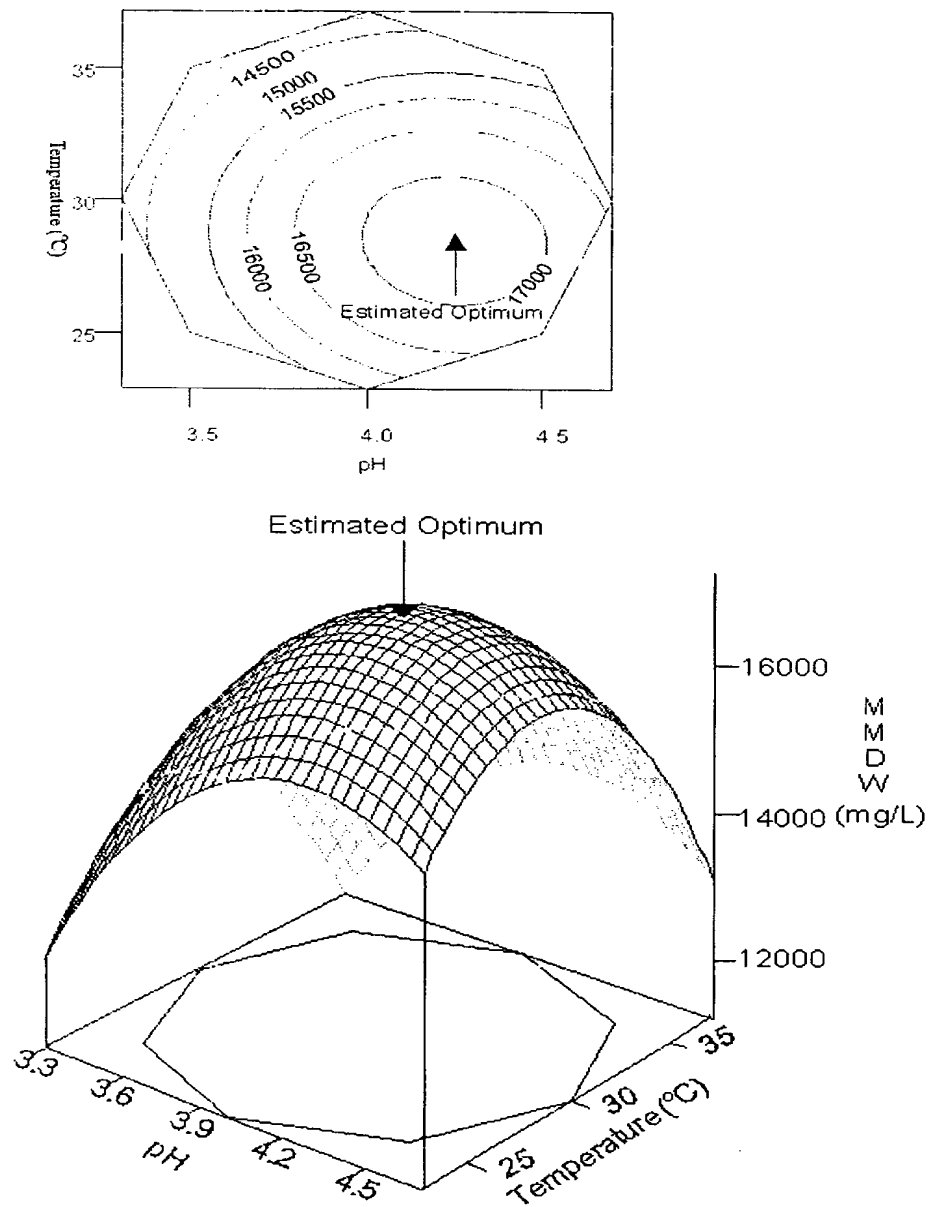
【도 4】



【도 5】



【도 6】



【도 7】

